



SKRIPSI – ME-141501

**ANALISA PENGARUH BENTUK *DEEP SKEG*
TERHADAP STABILITAS KAPAL LAYAR MOTOR
MELALUI PENDEKATAN *CFD***

Muhammad Ghiyats Kharisma Allam
NRP 4214 105 022

Dosen Pembimbing
Irfan Syarif Arief, ST, MT
Ir. Tony Bambang M., PGD

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT – ME-141501

DEEP SKEG MODIFICATION EFFECT ANALYSIS OF SAILING BOAT STABILITY WITH CFD APPROACH

Muhammad Ghiyats Kharisma Allam
NRP 4214 105 022

Advisor
Irfan Syarif Arief, ST, MT
Ir. Tony Bambang M., PGD

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH BENTUK *DEEP SKEG* TERHADAP STABILITAS KAPAL LAYAR MOTOR MELALUI PENDEKATAN *CFD*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

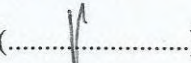
Muhammad Ghiyats Kharisma Allam
NRP. 4214 105 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Irfan Syarif Arief, ST, MT

()

2. Ir. Tony Bambang M., PGD

()

SURABAYA
JULI, 2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH BENTUK *DEEP SKEG* TERHADAP STABILITAS KAPAL LAYAR MOTOR MELALUI PENDEKATAN *CFD*

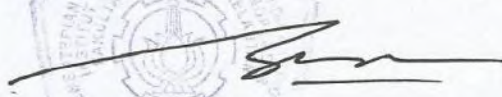
SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muhammad Ghiyats Kharisma Allam
NRP. 4214 105 022

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
NIP. 197708022008011007

SURABAYA
JULI, 2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

ANALISA PENGARUH BENTUK *DEEP SKEG* TERHADAP STABILITAS KAPAL LAYAR MOTOR MELALUI PENDEKATAN CFD

Nama Mahasiswa : Muhammad Ghiyats Kharima Allam
NRP : 4214105022
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Irfan Syarif Arief, ST, MT
Ir. Tony Bambang M., PGD

ABSTRAK

Parameter utama yang sangat menentukan terhadap stabilitas kapal layar adalah bentuk konstruksi lambung, ukuran kapal yang kecil disertai memiliki layar yang lebar membuat kapal layar mudah terguncang ketika dilaut. Alat gerak kapal yang menggunakan layar lebar dapat memberikan hambatan terhadap stabilitas kapal tersebut, maka dari itu dibutuhkan terobosan-terobosan terbaru untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu terobosan tersebut adalah dengan menambahkan *deep skeg* pada bagian lunas atau keel kapal. Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *deep skeg* terhadap stabilitas kapal layar yang dihasilkan sebelum dan sesudah penambahan *deep skeg*. Analisa yang dilakukan yaitu melihat efek penambahan *deep skeg* dalam berbagai variasi ukurannya. Setelah analisa berakhir kita membandingkan hasil analisa grafik. Hasil analisa tersebut adalah ukuran *deep skeg* yang optimal adalah $\pm 1/3$ dari tinggi layar hal ini di buktikan bahwa *deep skeg* yang panjangnya berukuran 6,5 meter atau $1/3$ dari tinggi layar memiliki nilai stabilitas yang paling baik dengan periode *rolling* sebesar 4,7 detik.

Kata kunci : *Deep skeg*, stabilitas, kapal layar, CFD

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DEEP SKEG MODIFICATION EFFECT ANALYSIS ON SAILING BOAT STABILITY WITH CFD APPROACH

Nama Mahasiswa : Muhammad Ghiyats Kharima Allam
NRP : 4214105022
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Irfan Syarif Arief, ST, MT
Ir. Tony Bambang M., PGD

ABSTRACT

The main parameters that determine the stability of the ship hull construction of the screen is the shape, size small boat with has a wide screen makes the display easily shaken when a ship at sea. Locomotor ship using a wide screen can provide barriers to the stability of the vessel, and therefore required the latest breakthroughs to solve these problems is one of the breakthrough with menambahkan deep skeg on the hull or keel boats. The aim of this thesis was to determine how much influence the addition of deep skeg on the stability of the ship sails generated before and after the addition of deep skeg. Analysis performed is to see the effect of adding deep skeg in a variety of sizes. After the analysis concludes, we compare the results of analysis charts. The results of this analysis are deep skeg optimal size is $\pm 1/3$ of the screen height it is proved that a deep skeg measuring 6.5 meters in length or $1/3$ of the screen height has the best stability values with rolling period amounted to 4, 7 seconds.

Key word: Deep skeg, stability, sailing boat, CFD

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa Pengaruh Bentuk *Deep Skeg* terhadap Stabilitas Kapal Layar Motor melalui Pendekatan *CFD*”.

Laporan Skripsi ini disusun dan diselesaikan untuk memenuhi matakuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak. Sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta serta keluarga, atas dukungan berupa materiil dan doa yang diberikan selama ini.
2. Irfan Syarif Arief, ST, MT selaku Dosen Pembimbing satu dan Ir. Tony Bambang M., PGD selaku Dosen Pembimbing dua yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST., MT selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penulis menjalani masa perkuliahan.

Penulis sadar bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, besar harapan penulis bahwa Skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat sebanyak-banyaknya bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 28 Juli 2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Definisi Kapal Layar Motor	5
2.2. Definisi <i>Deep Skeg</i>	5
2.3. Data Umum Kapal Layar Motor Harmonia.....	6
2.4. Stabilitas Kapal.....	7
2.3.1 Titik-titik Penting dalam Stabilitas.....	7
2.3.2 Titik-titik Penting dalam Stabilitas.....	12
2.3.3 Gaya pada Layar.....	14
2.3.4 Macam-macam <i>Foil</i>	16
2.3.5 Simulasi <i>Computational Fluid Dynamic</i> (CFD)...	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tahap Identifikasi Awal	19

3.2 Tahap pengumpulan data.....	20
3.3 Tahap penggambaran model.....	20
3.4 Tahap simulasi model.....	21
3.5 Tahap analisa pembahasan dan kesimpulan	21
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Data Utama Kapal	23
4.2. Permodelan Kapal Layar Motor Harmonia	24
4.3. Perhitungan Stabilitas Awal	25
4.4. Permodelan <i>Deep Skeg</i>	30
4.5. Perhitungan Stabilitas Akhir.....	32
4.6. Perbandingan Nilai Stabilitas Awal dan Akhir.....	34
4.7. Analisa Perbandingan Hasil Perhitungan Stabilitas dengan Simulasi CFD.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Layar Harmonia dengan <i>Deep Skeg</i>	8
Gambar 2.2 Titik-titik penting dalam stabilitas	8
Gambar 2.3 Titik Berat dalam stabilitas	9
Gambar 2.4 Titik Apung dalam stabilitas	10
Gambar 2.5 Titik Metasentris dalam stabilitas	11
Gambar 2.6 Kriteria cuaca	12
Gambar 2.7 Stabilitas Melintang Kapal	13
Gambar 2.8 Stabilitas Membujur Kapal	13
Gambar 2.9 Gaya pada Layar Kapal	15
Gambar 2.10 Macam-macam <i>Foil</i>	16
Gambar 4.1 Rencana Umum Kapal Layar Harmonia	23
Gambar 4.2 Model Kapal Layar Motor Harmonia	24
Gambar 4.3 Variasi <i>Deep Skeg</i> Kapal Layar Motor Harmonia	31

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Lengan Statis (GZ) tanpa <i>Deep Skeg</i>	28
Tabel 4.2 Lengan dinamis (Ld).....	29
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Stabilitas tanpa <i>Deep Skeg</i>	30
Tabel 4.4 Dimensi <i>deep skeg</i> yang akan di pasang pada lunas.....	32
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Stabilitas Total.....	32

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan armada laut yang berfungsi untuk memindahkan barang/penumpang dari suatu tempat ketempat yang lain, baik itu pelayaran nusantara maupun pelayaran internasional (samudera). Salah satu jenis kapal yang di masih digunakan oleh masyarakat jawa adalah Kapal Layar Motor (KLM) kapal ini merupakan kapal tradisional masyarakat Indonesia yang berasal dari suku Bugis – Makassar dan yang biasa digunakan oleh Masyarakat untuk pengangkutan barang antar pulau. Umumnya ketika kapal berlayar akan selalu berhadapan dengan cuaca yang selalu berubah-ubah, kadang buruk dan kadang baik. Diharapkan dalam keadaan apapun kapal tetap *survive* (tetap dapat beroperasi) untuk menghadapi hal tersebut. Namun pada kenyataannya tidak semua kapal mampu bertahan menghadapi kondisi buruk tersebut, khususnya jenis Kapal Layar Motor ini. Besarnya hambatan dari luar yang diterima oleh kapal dapat menyebabkan kapal oleng, tentunya kondisi demikian sangat mempengaruhi stabilitas kapal dan dapat menurunkan performa dari kapal itu sendiri. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut pada penelitian ini penulis mencoba memodifikasi kapal layar motor tersebut dengan menambahkan *deep skeg*. *Deep skeg* adalah salah satu bentuk modifikasi yang diberikan pada bagian dalam atau bawah (semacam sirip) yang bertujuan untuk menjaga stabilitas kapal saat kapal menerima hambatan dari luar.

Berdasarkan hal tersebut, pada penulisan Tugas Akhir kali ini penulis akan mencoba membandingkan secara teknis besarnya nilai stabilitas dari sistem propulsi yang menggunakan *deep skeg* dan sistem propulsi tanpa *deep skeg* pada kapal layar motor serta menganalisa pengaruh dari ukuran *deep skeg* yang di variasi terhadap stabilitas kapal layar motor. Oleh karena itu, kami akan tuang dalam tulisan yang berjudul "Analisa Pengaruh Bentuk *Deep Skeg* Terhadap Stabilitas Kapal Layar Motor Melalui Pendekatan *CFD*".

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, yang akan dijadikan bahasan masalah adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana meningkatkan stabilitas kapal layar motor dengan mengaplikasikan *deep skeg* pada kapal tersebut.
- b) Bagaimana pengaruh ukuran *deep skeg* terhadap nilai stabilitas antara sistem propulsi yang di tambahkan *deep skeg* dan yang tidak menggunakan *deep skeg*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas proses pengerjaan dan mempermudah pemahaman dari masalah yang diungkapkan, maka berikut batasan masalah yang diperlukan :

- a) Kapal yang dianalisa pada tugas akhir ini adalah kapal layar motor "Harmonia" dengan ukuran utama kapal LOA : 14 meter, LPP : 11,8 meter, B : 4,7 meter T : 0,8 meter dan H : 2,2 meter..
- b) Bahasan tentang konstruksi dan permesinan kapal tidak dibahas secara mendalam.
- c) Hasil CFD hanya digunakan untuk analisa perbandingan nilai stabilitas kapal yang didapat.

- d) Analisa stabilitas pada saat kapal dalam posisi diam.
- e) Analisa biaya tidak diperhitungkan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a) Menganalisa secara teknis stabilitas dari kapal yang menggunakan *deep skeg* dan kapal tanpa *deep skeg*.
- b) Membandingkan besar nilai stabilitas kapal yang menggunakan *deep skeg* dibandingkan dengan tanpa *deep skeg*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Menganalisa efek dari adanya penambahan *deep skeg* terhadap stabilitas kapal layar motor.
- b) Pembuktian secara ilmiah seberapa besar pengaruh penambahan *deep skeg* terhadap stabilitas kapal.
- c) Dapat dijadikan sebagai bahan *referensi* untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Kapal Layar Motor

Kapal layar adalah kapal yang digerakkan dengan menggunakan layar yang memanfaatkan tenaga angin sebagai pendorongnya. Konstruksi Kapal ini umumnya terbuat dari kayu dan cukup lama digunakan sebagai tulang punggung pelayaran baik bersifat sipil maupun militer sampai penemuan mesin uap dan kapal besi/baja pada abad ke 19 seiring dengan ramainya Revolusi Industri yang dipelopori oleh Inggris melalui penemuan mesin uap oleh James Watt.

Pada awalnya, kapal layar digerakkan oleh tenaga manusia sebagai pendayung dan layar. Model dari kapal jenis ini dapat dilihat pada kapal viking, kapal Mesir Kuno, kapal Romawi Kuno, Kapal India Kuno sampai masa Kapal Borobudur yang sudah menggunakan kapal layar.

Pada masa kini umumnya kapal layar dilengkapi dengan mesin tempel untuk menghadapi kemungkinan tidak bertiupnya angin pada daerah daerah tertentu agar tetap melanjutkan perjalanannya.

2.2. Definisi *Deep Skeg*

Deepskeg adalah salah satu bentuk modifikasi yang diberikan pada bagian dalam atau bawah kapal (semacam sirip) yang bertujuan untuk menjaga stabilitas kapal ketika kapal menerima hambatan angin dari luar, *depp skeg* ini juga berfungsi sebagai *ballast* tetap karena kapal layar motor ini umumnya memiliki *draft* sarat yang dangkal sehingga dibutuhkan *ballast* agar kapal selalu dalam kondisi yang setimbang.



Gambar 2.1 KapalLayar Harmonia dengan *Deep Skeg*

2.3. Data Umum Kapal Layar Motor Harmonia

Kapal layar motor merupakan jenis kapal yang beroperasi pada daerah tertentu, umumnya kapal layar motor ini beroperasi di perairan dalam karena memiliki konstruksi yang berbeda dari kapal kapal layar biasanya, kapal layar motor Harmonia ini salah satu jenis kapal sailing yacht yang biasanya dimiliki oleh kalangan pribadi di negara-negara Eropa khususnya, dengan memanfaatkan tenaga angin sebagai pendorong kapal layar ini juga bisa digunakan dengan menggunakan mesin.

Kapal layar motor Harmonia ini menggunakan mesin tunggal merk Yanmar Marine Engine 39 dan adapun dimensi utama dari kapal layar motor Harmonia adalah :

J Length Over All (LOA)	: 14,00	meter
J Length Water Line (LWL)	: 12,70	meter
J Length Of Perpendicular (LPP)	: 11,80	meter
J Breadth Moulded (B)	: 4,70	meter
J Heigth (H)	: 2,20	meter
J Draft Design (T)	: 0,80	meter
J Cb	: 0,45	

2.4. Stabilitas Kapal

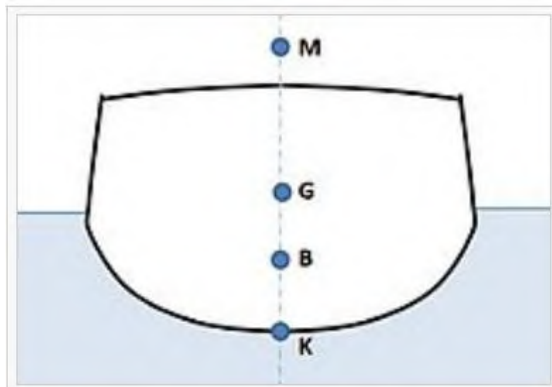
Stabilitas kapal adalah kesetimbangan kapal pada saat diapungkan, tidak miring kekiri atau kekanan, demikian pula pada saat berlayar, pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali (Sumber : wikipedia).

Salah satu penyebab kecelakaan kapal di laut ,baik yang terjadi di laut lepas maupun ketika di pelabuhan, adalah peranan dari para awak kapal yang tidak memperhatikan perhitungan stabilitas kapalnya sehingga dapat mengganggu keseimbangan. Secara umum akibatnya dapat menyebabkan kecelakaan fatal seperti kapal tidak dapat dikendalikan, kehilangan keseimbangan dan bahkan tenggelam yang pada akhirnya dapat merugikan harta benda, kapal, nyawa manusia bahkan dirinya sendiri. Sedemikian pentingnya pengetahuan menghitung stabilitas kapal untuk keselamatan pelayaran, maka setiap awak kapal yang bersangkutan bahkan calon awak kapal harus dibekali dengan seperangkat pengetahuan dan keterampilan dalam menjaga kondisi stabilitas kapalnya sehingga keselamatan dan kenyamanan pelayaran dapat dicapai.

2.3.1 Titik-titik Penting dalam Stabilitas

Titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B) dan titik M.

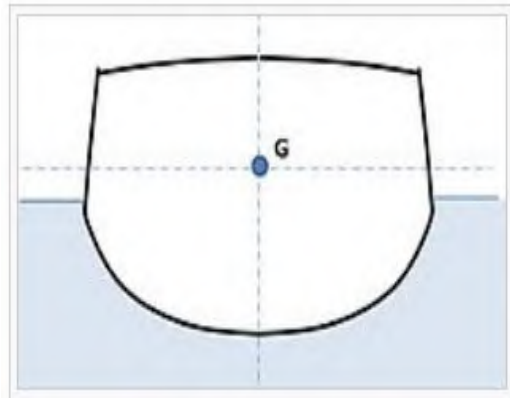
-) M - Metacenter
-) G – Titik berat (Centre of Gravity)
-) B – Titik apung (Centre of Buoyancy)
-) K – Lunas/Keel



Gambar 2.2 Titik-titik penting dalam stabilitas

2.3.1.1 Titik Berat (*Centre of Gravity*)

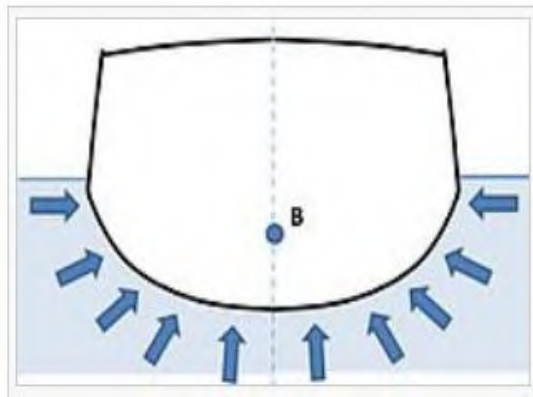
Titik berat (center of gravity) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G-nya. Secara definisi, titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat di kapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser/ditambah/dikurangi, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk/trim.



Gambar 2.3 Titik Berat dalam stabilitas

2.3.1.2 Titik Apung (*Centre of Bouyance*)

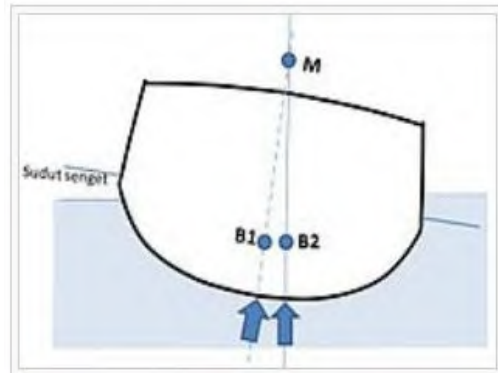
Titik apung (center of buoyance) dikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah.



Gambar 2.4 Titik Apung dalam stabilitas

2.3.1.3 Titik Metasentris

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas di mana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget. Apabila kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 15^0), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur di mana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (centre of line) dan pada sudut senget yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.



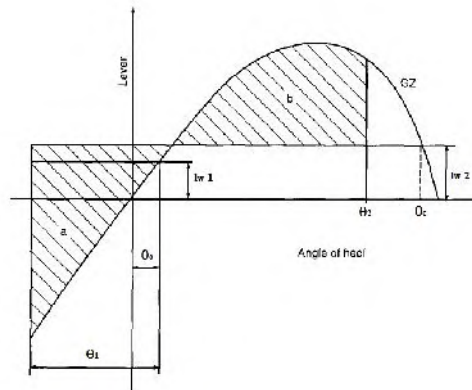
Gambar 2.5 Titik Metasentris dalam stabilitas

Dengan berpindahnya kedudukan atau posisi titik tekan sebuah kapal (B) sebagai akibat menyengetnya kapal tersebut akan menyebabkan berubahnya kemampuan kapal untuk tegak kembali. Besar kecilnya kemampuan suatu kapal untuk menegak kembali merupakan urusan besar kecilnya stabilitas kapal tersebut. Jadi berpindah-pindahnya posisi titik tekan sebuah kapal sebagai akibatnya dari menyengetnya kapal tersebut akan membawa akibat berubah-ubahnya stabilitas kapal.

Kapal dengan stabilitas baik adalah kapal yang telah memenuhi kriteria stabilitas yang telah ditentukan. Kriteria stabilitas utuh pada kapal layar motor dapat mengacu pada peraturan *Code on intact stability for all types ships covered by IMO instruments: 2002 edition : resolution A. 749(18) as amended by resolution MSC. 75(69)*. Tujuan sebenarnya dari peraturan ini adalah untuk merekomendasikan kriteria stabilitas minimum dari sebuah kapal, sehingga dapat meminimalkan adanya resiko yang membahayakan bagi para awak kapal dan lingkungan sekitar. Dengan adanya penggunaan layar pada kapal,

maka harus dihitung pula daya tahan terhadap angin dan rolling (kriteria cuaca) dengan kriteria tambahan sebagai berikut:

1. Sudut oleng pada kondisi steady wind tidak lebih besar dari 16°
2. Perbandingan sudut oleng pada kondisi steady wind dengan sudut geladak tenggelam tidak lebih besar dari 80%.
3. Luas area “b” harus lebih besar dari area “a” ($b > a$).



Gambar 2.6 Kriteria cuaca (Intack Stability Code, 2002)

2.3.2 Titik-titik Penting dalam Stabilitas

Stabilitas kapal dapat digolongkan didalam dua jenis stabilitas yaitu Stabilitas Melintang dan Stabilitas Memanjang Kapal.

2.3.2.1 Stabilitas Melintang Kapal

Adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi awal atau semula sewaktu kapal bergerak dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh dari luar yang berkerja pada titik tersebut.

2.3.3 Gayapada Layar

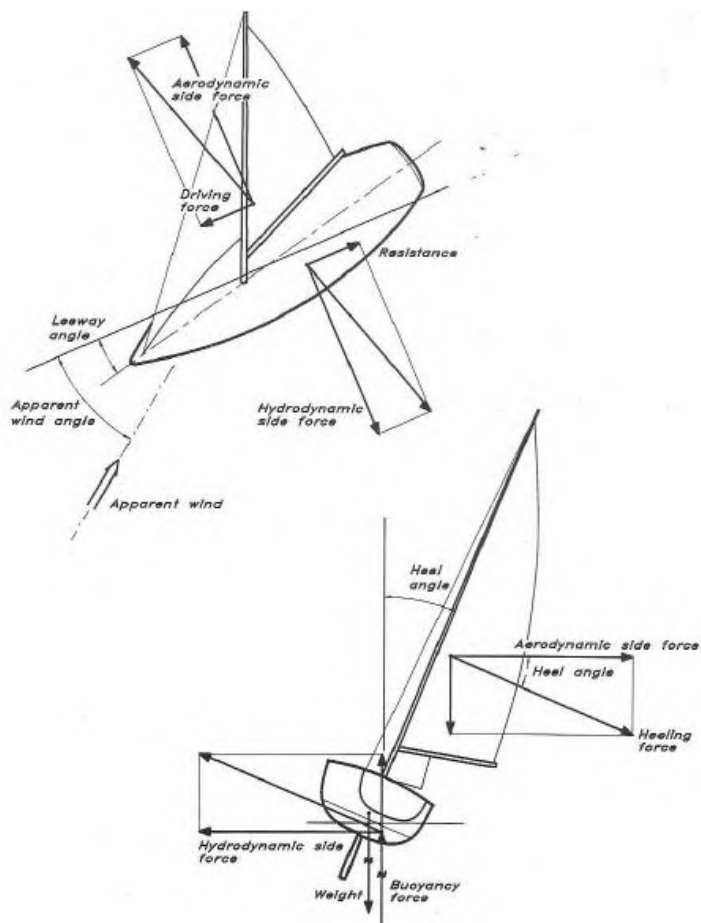
Kapal layar biasanya bergerak searah dengan angin, karena adanya dorongan angin pada layarnya. Dengan adanya Hukum Bernoulli, perahu dapat bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah angin, dengan menggunakan dualayar yang dapat diatur sedemikian rupa sehingga angin yang masuk ke ruang antara 2 layar memiliki kecepatan yang lebih besar. lengkungan layar mirip dengan lengkungan sisi pesawat terbang, sehingga kecepatan angin pada sisi lengkung (depan layar) lebih besar dari kecepatan angin di belakang layar. ada dua gaya yang bekerja pada kapal yaitu gaya bernoulli pada layar kapal dan gaya air pada sirip kapal.

Cara kerja dari layar kapal motor adalah ketika angin datang dari arah belakang, angin akan mendorong layar dan kapal akan bergerak ke depan. tetapi jika angin datang dari arah samping maka kapal akan bergerak ke samping. Dengan adanya "*deep skeg*" ini dapat menahan gaya dari samping. *Deep skeg* harus dibentuk dengan baik untuk melawan kekuatan angin dari samping. Ada empat gaya yang berkerja pada kapal layar kapal yaitu ;

- a. Angin berhembus ke dalam layar dan mendorong kapal
- b. *Deep skeg* di bagian dasar kapal (*hull*) adalah bagian yang sangat berat yang mendorong terhadap air dan memberikan pemberat kapal untuk melawan kekuatan dari layar yang sedang mendorong dengan cara lain.
- c. Pada kedua sisi layar ada tekanan yang berbeda . tekanan tinggi pada permukaan layar , dan tekanan rendah dibelakang
- d. Gesekan yang terjadi yaitu di permukaan kapal dan air.

Gaya angin yang ada pada layar bertoalk belakang dengan gaya *deep skeg* yang berda di dalam permukaan air, sehingga dengan adanya *deep skeg* dapat menyeimbangkan hambatan yang

di terima oleh layar, dengan kata lain *deep skeg* ini bertujuan menahan gaya pada layar yang di hasilkan akibat tiupan angin dari arah samping kapal. Untuk lebih jelasnya mengenai gayayang berkerja pada layar dapat perhatikan gambar berikut ini:



Gambar 2.9 Gaya pada Layar Kapal

2.3.4 Macam-macam *Foil*

Foil adalah bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (*lift*) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran fluida. *foil* ini juga digunakan pada kapal kapal laut, pada kapal jenis tertentu *foil* ini berfungsi untuk mengangkat badan kapal agar gaya gesek pada lambung kapal berkurang sehingga dapat menambah performa stabilitas maupun kecepatan dari kapal itu sendiri, biasanya *foil* digunakan pada kapal kapal-kapal cepat seperti kapal patroli, kapal ikan, kapal pesiar, dan kapal perang. Dalam Tugas Akhir ini *profil foil* yang digunakan untuk *deep skeg* yaitu *profil NACA series 0025*. Secara umum ada beberapa macam *foil* antara lain akan dijelaskan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.10 Macam-macam *Foil*

2.3.5 Simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

Simulasi adalah metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan atau mirip dengan keadaan sesungguhnya dari sistem dinamis dengan menggunakan model yang mana digunakan untuk evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Definisi lain dari simulasi adalah cara memproduksi kondisi situasi dengan menggunakan model untuk mempelajari, menguji dll. Simulasi merupakan teknik atau cara penyelesaian persoalan melalui pengolahan data operasi sistem imitasi untuk memperoleh data output percobaan dari pelatihan atau penelitian sebagai bahan solusi dari persoalan ataupun bahan masukan dalam rangka pengembangan dan perbaikan operasi sistem ril.

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi computer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti liquid dua fase, perpindahan massa dan lanjut sehingga hasil akhirnya dapat diketahui seberapa besar efek dari penambahan *deep skeg* pada area bawah lambung kapal. Tahapan dalam proses CFD terbagi menjadi tiga tahap yaitu :

- a. Pre Processor
- b. Solver
- c. Post Processor

Pre Processor adalah tahap dimana data diinput mulai dari pendefinisian domain serta pendefinisian kondisi batas atau boundary condition. Ditahap itu juga sebuah benda atau ruangan yang akan analisa dibagi-bagi dengan jumlah grid tertentu atau sering disebut juga dengan meshing. Tahap selanjutnya adalah processor, pada tahap ini dilakukan proses penghitungan data-data input dengan persamaan yang terlibat secara iteratif. Artinya

penghitungan dilakukan hingga hasil menuju error terkecil atau hingga mencapai nilai yang konvergen. Penghitungan dilakukan secara menyeluruh terhadap volume kontrol dengan proses integrasi persamaan diskrit. Tahap akhir merupakan tahap postprocessor dimana hasil perhitungan diinterpretasikan ke dalam gambar, grafik bahkan animasi dengan pola-pola warna tertentu.

Hal yang paling mendasar mengapa konsep CFD (*software* CFD) banyak sekali digunakan dalam dunia industri adalah dengan CFD dapat dilakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan tentunya waktu yang panjang dalam melakukan eksperimen tersebut. Atau dalam proses design engineering tahap yang harus dilakukan menjadi lebih pendek. Hal lain yang mendasari pemakaian konsep CFD adalah pemahaman lebih dalam akan suatu masalah yang akan diselesaikan atau dalam hal ini pemahaman lebih dalam mengenai karakteristik aliran fluida dengan melihat hasil berupa grafik, vektor, kontur dan bahkan animasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan penentuan tujuan dan langkah dari pengerjaan Tugas Akhir. Metodologi berfungsi sebagai kerangka utama untuk menjadi penentu pembahasan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Berdasarkan *flow chart*, metodologi penulisan Tugas Akhir ini dibuat dengan mengelompokkan lima kegiatan besar, yaitu tahap identifikasi masalah, pengumpulan data, penggambaran model, simulasi, analisa pembahasan dan kesimpulan.

3.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal ditujukan untuk menetapkan tujuan dan identifikasi mengenai permasalahan dalam penelitian ini. Adapun isi dari tahap ini antara lain sebagai berikut:

a) Identifikasi masalah dan penetapan tujuan

Tahap ini dilakukan untuk identifikasi beberapa permasalahan yang didapatkan pada saat melakukan pengamatan sehingga bisa dilakukan sebuah penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan penetapan tujuan mengenai apa yang ingin dicapai dan manfaatnya bagi pihak terkait serta bagi penelitian selanjutnya.

Pada penelitian ini, diangkat permasalahan mengenai analisa pengaruh bentuk *deep skeg* terhadap stabilitas kapal layar motor. Di samping dilakukan analisis pengaruh bentuk *deep skeg* terhadap kapal layar motor, Tugas Akhir ini juga menggambar model kapal yang nantinya di simulasikan menggunakan metode CFD.

b) Studi literatur

Tahap ini dilakukan untuk pengumpulan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini teori-teori yang diangkat adalah teori yang berhubungan dengan stabilitas kapal.

3.2 Tahap pengumpulan data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap untuk mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan yang didapat. Data yang dikumpulkan berupa datasekunder yaitu berupa data rencana garis dan rencana umum yang nantinya dilanjutkan proses perhitungan dan proses penggambaran model.

3.3 Tahap penggambaran model

Tahap penggambaran model merupakan tindak lanjut dari pengumpulan data yang telah dilakukan. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan model kapal untuk disimulasikan. Tahap-tahap penggambaran model kapal:

- a) Penggambaran badan kapal layar "Harmonia" sesuai dengan ukuran utama yang ada pada gambar rencana garis.
- b) Penggambaran *deep skeg* "Harmonia" yang divariasikan menjadi tiga ukuran yang berbeda, yang pertama dengan tinggi 3,5 meter, kemudian variasi *deep skeg* kedua dengan tinggi 5,0 meter dan yang variasi yang ketiga berukuran tinggi 6,5 meter.
- c) Jika Ya, penggambaran model dikatakan sesuai dengan prosedur yang diperlukan, maka akan diteruskan ke langkah selanjutnya.
- d) Jika Tidak, maka dilakukan kembali penggambaran model.

3.4 Tahap simulasi model

Tahap simulasi model merupakan tindak lanjut dari penggambaran data yang telah dilakukan. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan hasil visual dari pengaruh penambahan *deep skeg* pada aliran air dari kapal. Adapun simulasi yang dilakukan:

- a. Model disimulasikan pada *software* CFD lalu (simulasi dikatakan berhasil) jika hasil sudah memenuhi harapan atau hipotesa dari Tugas Akhir ini.
- b. Model disimulasikan berdasarkan banyaknya variasi *deep skeg* yang digunakan hingga semua model selesai dilakukan simulasi.

3.5 Tahap analisa pembahasan dan kesimpulan

Tahap akhir ini merupakan tahap pengambilan kesimpulan dari analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan :

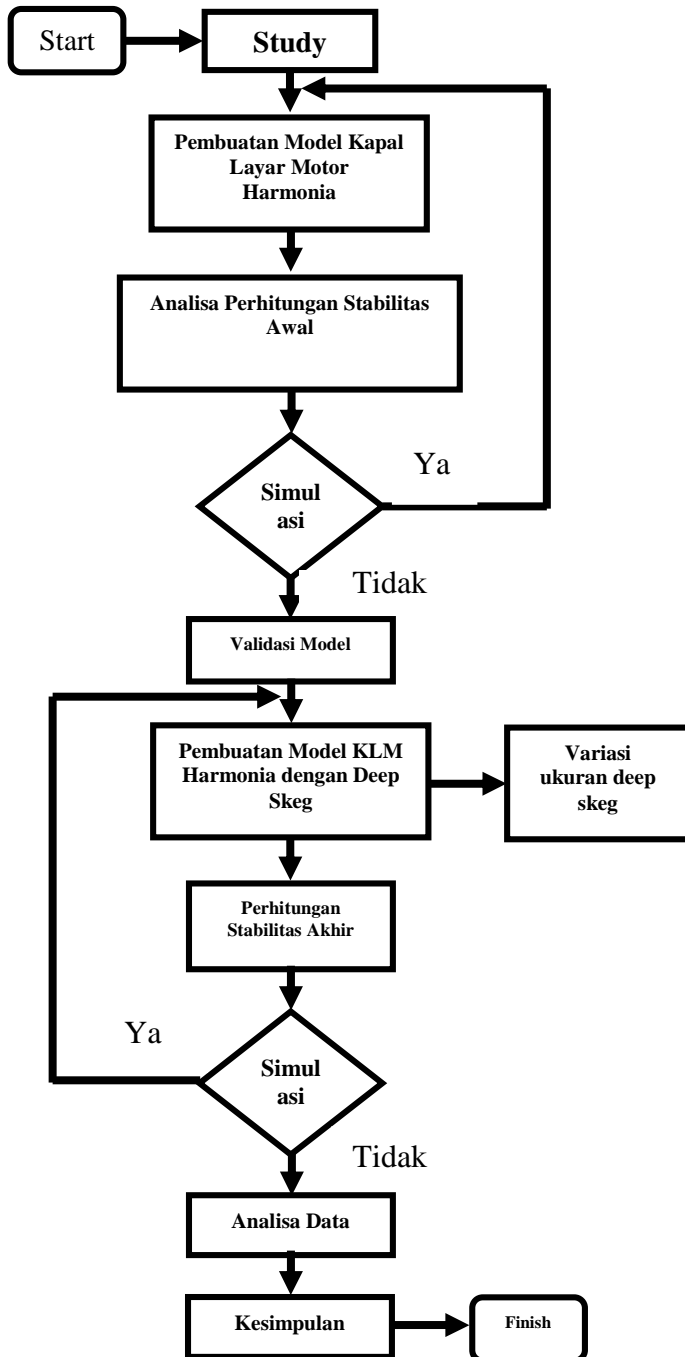
- a) Analisis data

Tahap ini dilakukan analisis terhadap data-data yang telah diolah atau hasil yang diperoleh pada perhitungan yang dilakukan.

- b) Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini terdapat pengambilan kesimpulan serta saran yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya dengan obyek penelitian yang lebih luas dan sebagai bahan pertimbangan pada penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan Tugas Akhir.

Berikut merupakan *flow chart* dari metodologi yang telah disusun:

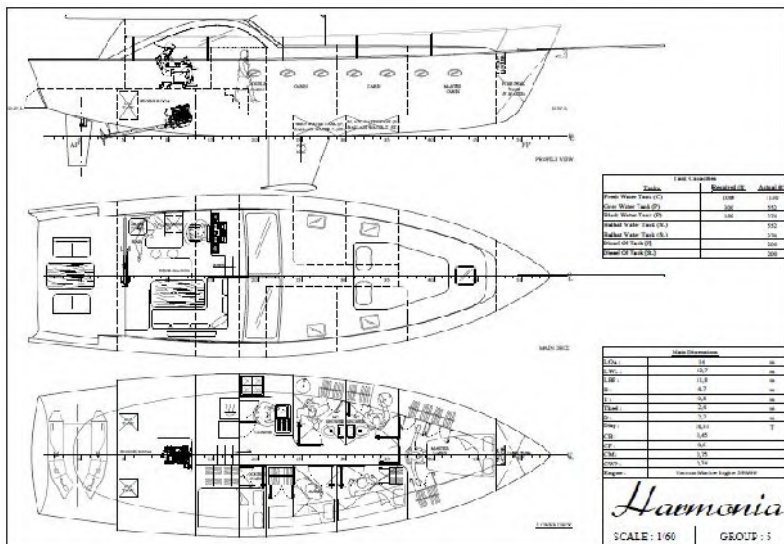


BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Utama Kapal

Data yang diperoleh pada tahap pengumpulan data, merupakan bagian penting yang sangat diperlukan. Data ini digunakan untuk melakukan perhitungan maupun untuk proses penggambaran model. Berikut data kapal layar motor Harmonia :

Length Over All (LOA)	: 14,00	meter
Length Water Line (LWL)	: 12,70	meter
Length Of Perpendicular (LPP)	: 11,80	meter
Breadth Moulded (B)	: 4,70	meter
Height (H)	: 2,20	meter
Draft Design (T)	: 0,80	meter

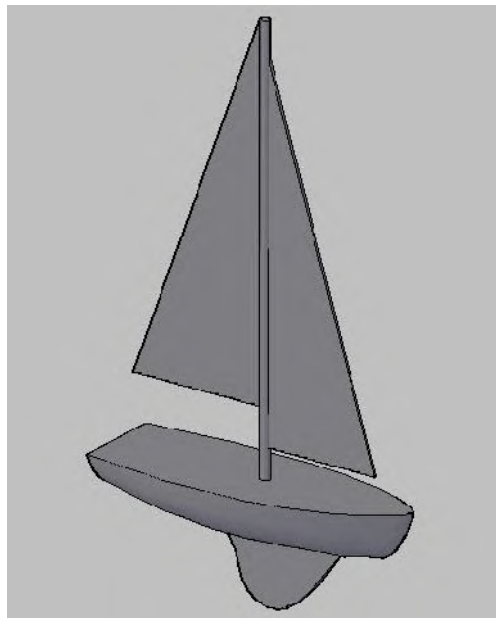


Gambar 4.1 Rencana Umum Kapal Layar Harmonia

Setelah mendapatkan dimensi kapal maka langkah selanjutnya ialah penggambaran model kapal layar motor Harmonia pada software Autocad, penggambaran model kapal di Autocad mengandung unsur manual yakni pembuatan surface kapal sehingga bisa di sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

4.2. Permodelan Kapal Layar Motor Harmonia

Dari data ukuran utama kapal layar motor yang sudah ada selanjutnya dilakukan proses penggambaran model menggunakan *software* Autocad , berikut hasil penggambaran model kapal layar motor Harmonia menggunakan bantuan *software* Autocad dengan format file parasolid.



Gambar 4.2 Model Kapal Layar Motor Harmonia

4.3. Perhitungan Stabilitas Awal

Pada tahapan ini data yang didapat akan diolah untuk dihitung nilai stabilitas awal dari kapal layar motor yang tidak ditambahkan *deep skeg* setelah didapat maka hasil dari perhitungan akan dibandingkan dengan hasil analisa dari simulasi model yang telah dilakukan, Adapun hasil perhitungan stabilitas awal dari kapal yang tidak ditambahkan *deep skeg* adalah sebagai berikut :

Lpp	=38.71feet	Sf	=0.00	feet
B	=15.41 feet	Sa	=0.00	feet
T	=2.62 feet		=752.422	long,ton
H	=7.2 feet	L efektif	=99.738	feet
Cb	=0.45			
Cwp	=0.74	Cpv	=0.60	
Cm	=0.75			
Luas <i>waterplan</i> (Aw)		= L . B . Cwp		
		= 382,06	feet ²	
Luas <i>midship</i> (Am)		= B . T . Cm		
		= 39,02	feet ²	
Luas <i>centerline</i> di atas H (S)		= (l _{st} . h _{st}) + (0.5 . L . S _F /3) + (0.5 . L . S _A /3)		
		=64,58	feet ²	
Luas <i>centerline</i> (A ₂)		= (0.98 . L . H) + S		
		=338,42	feet ²	
H rata-rata (D)		=S / L + H		
		=8.88 feet		
<i>Actual freeboard</i> (F)		= H - T		
		=4,59 feet		
Luas <i>waterplan</i> pada H (A ₁)		=1.01 x Aw		
		=385,88	feet ²	
- Perhitungan GZ				

$$\begin{aligned}
T &= + ((A_w + A_1)/2) (F/35) \\
&= 71,33 \\
C_{pv}' &= (35 \times T)/(A_1 \times D) \\
&= 0.72 \\
&= (T/2) - \qquad \qquad \qquad C_{pv}'' = (35 \times T)/(A_2 \times B) \\
&= 14,72 \qquad \qquad \qquad = 0.478 \\
C_w' &= A_2/(L \times D) \\
&= 0.98 \\
C_w'' &= C_w' - ((140 \times) (1 - C_{pv}'')/(L \cdot D \cdot B)) \\
&= 0,78 \\
C_x' &= (A_m + B \times F)/(B \times D) \\
&= 0.80 \\
f_0 &= T ((A_w/A_1) - 1)/(2F(1 - C_{pv})) \\
&= 0.009 \\
f_1 &= D(1 - (A_w/A_1))/(2F(1 - C_{pv}')) \\
&= 0.035 \\
f_2 &= 0 \quad \text{jika } C_x' < 0.89 \\
&= 0 \\
h_0 &= 0.335 C_{pv} + 0.1665 \\
&= 0.399 \\
h_1 &= 1.0632 C_{pv}' - 0.0735 - 0.4918 (C_{pv}')^2 \\
&= 0.408 \\
h_2 &= 1.0632 C_{pv}'' - 0.0735 - 0.4918 (C_{pv}'')^2 \\
&= 0.326 \\
KG &= 3,93 \text{ feet} \\
KG' &= (D (1 - h_1) T -) / (2) \\
&= 8,59 \text{ feet} \\
GG' &= KG' - KG \\
&= 4,66 \text{ feet} \\
KB_0 &= (1 - h_0) T \\
&= 1,57 \text{ feet}
\end{aligned}$$

$$G'B0 = KG' - KB0$$

$$= 7,02 \quad \text{feet}$$

$$G'B90 = ((T h^2 B)/(4 \quad)) - ((17.5^2)/(A^2 - 70(B(1 - Cpv))))$$

$$= 6,43 \quad \text{feet}$$

$$C1 = 0.072 Cwp^2 + 0.0116 Cwp - 0.0004$$

$$= 0.037$$

$$BM0 = (C1 \cdot L \cdot B^3)/(35 \quad)$$

$$= 7,18 \quad \text{feet}$$

$$C1' = 0.1272 Cw'' - 0.0437$$

$$= 0.038$$

$$BM90 = ((C1' \cdot L \cdot D^3)/(35 \quad)) + ((Ld \cdot d \cdot D^2)/(140 \quad))$$

$$= 3,14 \quad \text{feet}$$

$$GM0 = KB0 + BM0 - KG$$

$$= 4,83 \quad \text{feet}$$

$$G'M0 = KB0 + BM0 - KG'$$

$$= 0,16 \quad \text{feet}$$

$$G'M90 = BM90 - G'B90$$

$$= -3,28 \quad \text{feet}$$

$$b_1 = \frac{9 \int G'B_{90} ZG'B_0 A}{8} Z \frac{G'M_0 ZG'M_{90}}{32}$$

$$= -0,90$$

$$b_2 = \frac{G'M_0 \Gamma G'M_{90}}{8}$$

$$= -0.39$$

$$b_3 = \frac{3 \int G'M_0 ZG'M_{90} A}{32} Z \frac{3 \int G'B_{90} ZG'B_0 A}{8}$$

$$= 0,54$$

Tabel 4.1 Lengan Statis (GZ) tanpa *Deep Skeg*

	0°	5°	10°	15°	20°
$GG' \cdot \sin (1 \cdot)$	0.000	0.406	0.810	1.207	1.595
$b_1 \cdot \sin (2 \cdot)$	0.000	-0.158	-0.311	-0.455	-0.585
$b_2 \cdot \sin (4 \cdot)$	0.000	-0.133	-0.251	-0.338	-0.384
$b_3 \cdot \sin (6 \cdot)$	0.000	0.271	0.470	0.543	0.470
GZ (ft)	0.000	0.386	0.718	0.957	1.096
GZ (m)	0.000	1.267	2.355	3.140	3.596

25°	30°	35°	40°	45°
1.970	2.331	2.674	2.997	3.297
-0.697	-0.788	-0.855	-0.896	-0.910
-0.384	-0.338	-0.251	-0.134	-0.001
0.272	0.001	-0.271	-0.469	-0.543
1.161	1.206	1.298	1.498	1.844
3.810	3.957	4.258	4.913	6.049

	45°	50°	55°	60°	65°
$GG' \cdot \sin (1 \cdot)$	3.297	3.572	3.820	4.038	4.226
$b_1 \cdot \sin (2 \cdot)$	-0.910	-0.896	-0.855	-0.788	-0.698
$b_2 \cdot \sin (4 \cdot)$	-0.001	0.133	0.250	0.337	0.384
$b_3 \cdot \sin (6 \cdot)$	-0.543	-0.471	-0.273	-0.002	0.270
GZ (ft)	1.844	2.338	2.942	3.586	4.183
GZ (m)	6.049	7.670	9.651	11.764	13.722

70°	75°	80°	85°	90°
4.382	4.505	4.593	4.646	4.665
-0.586	-0.456	-0.312	-0.159	-0.001
0.384	0.338	0.252	0.135	0.001
0.469	0.543	0.471	0.274	0.003
4.650	4.930	5.004	4.895	4.667
15.256	16.175	16.416	16.060	15.311

Tabel 4.2 Lengan dinamis (Ld)

Sudut [°]	LD [ft.rad]	LD [m.rad]
10	0.066	0.020
20	0.164	0.050
30	0.202	0.062
40	0.230	0.070
L _D Total	0.662	0.202

GZ max = 16,41 m pada 80°

Kriteria stabilitas berdasarkan IMO *Intact Stability criteria for passenger* untuk kapal dibawah 100 meter :

1. e30° 0.055 m.rad

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 30° > 0.055 meter.rad

2. e40° 0.009 m.rad

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 40° > 0.09 meter.rad

3. $e_{30^\circ-40^\circ}$ 0.03 m.rad

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ - 40^\circ > 0.055$ meter.rad

4. h_{30° 0.02 m

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.

5. max 25°

Lengan penegak maksimum sebaiknya pada sudut oleng lebih dari 30° dan tidak boleh kurang dari 25°

6. GM0 0.15 m

Tinggi metasentra awal GM0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan stabilitas.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Stabilitas tanpa *Deep Skeg*

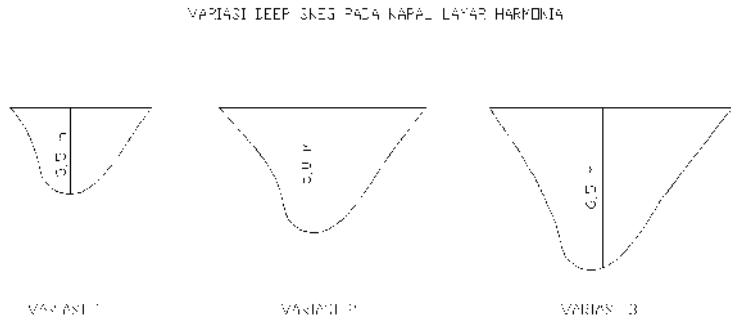
No	Kriteria	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	e_{30° 0.055 m.rad	$e_{30^\circ} = 0.061$ m.rad	Memenuhi
2	e_{40° 0.09 m.rad	$e_{40^\circ} = 0.069$ m.rad	Ditolak
3	$e_{30^\circ-40^\circ}$ 0.03 m.rad	$e_{30^\circ-40^\circ} = 0.008$ m.rad	Ditolak
4	h_{30° 0.02 m	$h_{30^\circ} = 3.95$ m	Memenuhi
5	max 25°	max = 39.52°	Memenuhi
6	GM0 0.15 m	GM0 = 1.47 m	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 4.3 diatas, maka kriteria stabilitas tidak memenuhi

4.4. Permodelan *Deep Skeg*

Dengan model ukuran *deep skeg* yang sudah ada sebelumnya maka dilakukan variasi terhadap ukuran *deep skeg*. Adapun variasi yang diubah pada *deep skeg* ini hanya berupa tinggi dari *deep skeg* untuk ukuran dimensi lainnya disamakan

dengan ukuran sebelumnya. Berikut gambar *deep skeg* kapal layar motor Harmonia.



Gambar 4.3 Variasi *Deep Skeg* Kapal Layar Motor Harmonia

4.4.1 Variasi Model *Deep Skeg*

Setelah tahapan lambung selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah mengvariasikan pemasangan *deep skeg* pada area bawah lambung kapal atau daerah lunas, adapun variasi dan penamaan *deep skeg* yang akan dipasang pada bagian lunas (*keel*) adalah sebagai berikut :

a. Model Tanpa *Deep Skeg*

Adalah model lambung kapal yang tidak ditambahkan *deep skeg*, model ini di analisa sebagai nilai perbandingan perubahan yang terjadi apabila dilakukan pelepasan modifikasi penambahan *deep skeg* pada lambung kapal.

b. Model *Deep Skeg* variasi 1,2 dan 3

Adalah model *deep skeg* yang akan disimulasikan berupa sirip tunggal yang terletak dibawah lunas kapal dengan hanya mengvariasikan dimensi tinggi dari tiap jenisnya, untuk ukuran panjang dan lebar tetap. Untuk ukuran dimensi tiap jenis nya dapat dilihat di table di bawah ini :

Tabel 4.4 Dimensi *deep skeep* yang akan di pasang padalunas

Model	<i>Deep Skeg</i> Variasi 1 (m)	<i>Deep Skeg</i> Variasi 2 (m)	<i>Deep Skeg</i> Variasi 3 (m)
Panjang	6,3	9,3	10,9
Lebar	0,2	0,2	0,2
Tinggi	3,5	5,0	6,5

4.5. Perhitungan Stabilitas Akhir

Perhitungan stabilitas akhir ini memuat tentang nilai stabilitas kapal layar motor yang sudah di tambahkan *deep skeep*. Adapun hasil perhitungan ini akan dibandingkan dengan hasil dari analisa simulasi kapal motor yang sudah di tambahkan *deep skeep*. Berikut nilai stabilitas yang di dapat dari ketiga kapal yang setelah adanya *deep skeep* :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Stabilitas Total

Input Data	Tanpa Deep Skeg	Variasi 1 Deep Skeg
e (mrad)		
e30°	0.0616	0.355
e40°	0.0700	0.624
e : e30° - e40°	0.008	0.269
GZ 30°	3.957	30.649
max	39.522	41.592
GM0	4.832	2.774

	1.473	0.845
B	4.7	4.7
G'Mo	0.168	2.484
GZ max (m)	16.41	47.92
Pada sudut	80°	45°
P.Rolling (s)	21.00	5.60
Koreksi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi

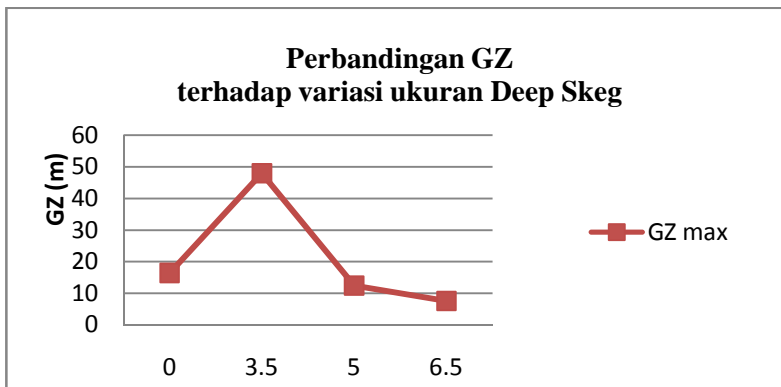
Input Data	Variasi 2 Deep Skeg	Variasi 3 Deep Skeg
e (mrad)		
e30°	0.118	0.087
e40°	0.179	0.117
e : e30° - e40°	0.061	0.030
GZ 30°	9.405	6.545
max	38.640	39.609
GM0	2.776	2.832
	0.846	0.863
B	4.7	4.7
G'Mo	3.102	3.650
GZ max (m)	12.46	7.59
Pada sudut	45°	40°
P.Rolling (s)	5.08	4.70
Koreksi	Tidak memenuhi	Memenuhi

4.6. Perbandingan Nilai Stabilitas Awal dan Akhir

Ada beberapa perbandingan nilai stabilitas sebelum dan setelah adanya *deep skeg* yang kemudian ditabulasikan dan dibuat grafik *trend*, Adapun nilai stabilitas yang akan dibandingkan meliputi :

4.6.1 Perbandingan nilai GZ terhadap variasi *Deep Skeg*

GZ atau lengan penegak adalah garis tegak lurus yang ditarik dari titik pusat gravitasi ke titik pusat persinggungan dengan garis gaya tekan keatas. Grafik dibawah ini memunujukan perbandingan nilai GZ atau lengan penegak yang diakibatkan oleh perubahan bentuk ukuran *deep skeg* pada setiap variasinya. Grafik dibawah ini menunjukan bahwa denganadanya penambahan *deep skeg* maka nilai GZ akan semakin berkurang yang artinya jarak antara gaya tekan keatas dengan gaya gravitas atau gaya tekan kebawah lebih pendek sehingga apabila jarak GZ lebih pendek mengakibatkan kondisi sudut oleng kapal lebih kecil dibandingkan dengan nilai GZ yang besar.



Grafik 4.1 Perbandingan nilai GZ terhadap ukuran *deep skeg*

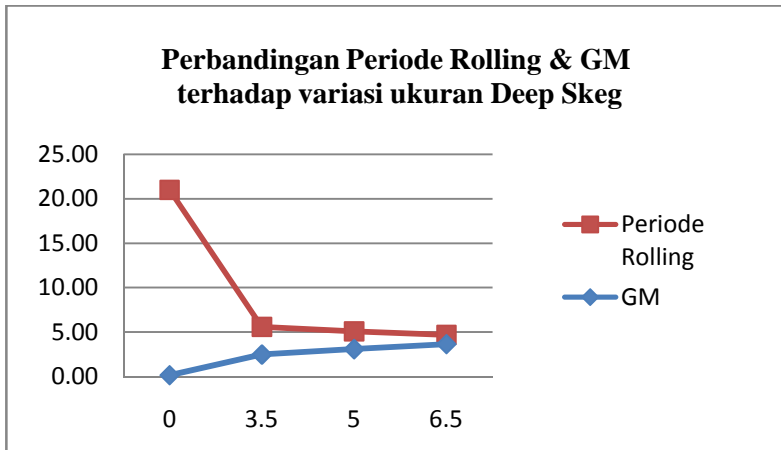
4.6.2 Perbandingan nilai Periode Rolling dan GM terhadap variasi *Deep Skeg*

Periode rolling adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak kembali. Yang dimaksud dengan periode oleng disini adalah periode oleng alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal di atas air yang tenang atau dalam keadaan statis. Sedangkan jarak antara titik gravitasi ke titik metacenter disebut GM.

Nilai periode *rolling* sebuah kapal sangat tergantung dari tinggi nilai GM dan radius girasi dari kapal tersebut. Semakin besar GM dengan lebar kapal yang tetap, periode *rolling* akan semakin kecil demikian sebaliknya, semakin kecil GM maka akan semakin besar nilai periode *rolling* nya. Pengaplikasian *deep skeg* terhadap kapal layar motor ini memiliki dampak positif, dengan penambahan *deep skeg* nilai stabilitas dari kapal layar motor tersebut meningkat baik. Dengan mendesain ukuran panjang *deep skeg* 6,5 meter atau 1/3 dari ukuran layar ini mendapatkan hasil stabilitas yang baik salah satunya adalah memiliki periode *rolling* yang cepat artinya kemampuan kapal layar untuk kembali kesemula lebih cepat dibandingkan dengan kapal yang tanpa *deep skeg* sehingga apabila kapal mengalami kemasukan air atau terjadi perpindahan muatan yang besar, maka kapal akan lebih aman.

Kapal dapat dikatakan memiliki stabilitas positif apabila letak titik G dibawah titik M, sehingga apabila senget karena pengaruh dari luar maka timbullah moment penegak yang akan mengembalikan kedudukan kapal keposisi semula setelah gaya dari luar tersebut tidak berkerja, GZ merupakan fungsi dari GM, maka GM pun dapat dijadikan ukuran stabilitas awal, Apabila GM kapal besar maka moment penegaknya juga akan besar

sehingga nilai GM ini mempengaruhi kemampuan kapal untuk kembali keposisi semula. Berikut grafik perbandingan nilai GM dan periode *rolling* yang mana menunjukkan bahwa semakin besar nilai GM maka akan semakin cepat pula periode *rolling* yang terjadi.



Grafik 4.2 Perbandingan Periode Rolling terhadap ukuran *deep skeg*

4.7. Analisa Perbandingan Hasil Perhitungan Stabilitas dengan Simulasi *CFD*

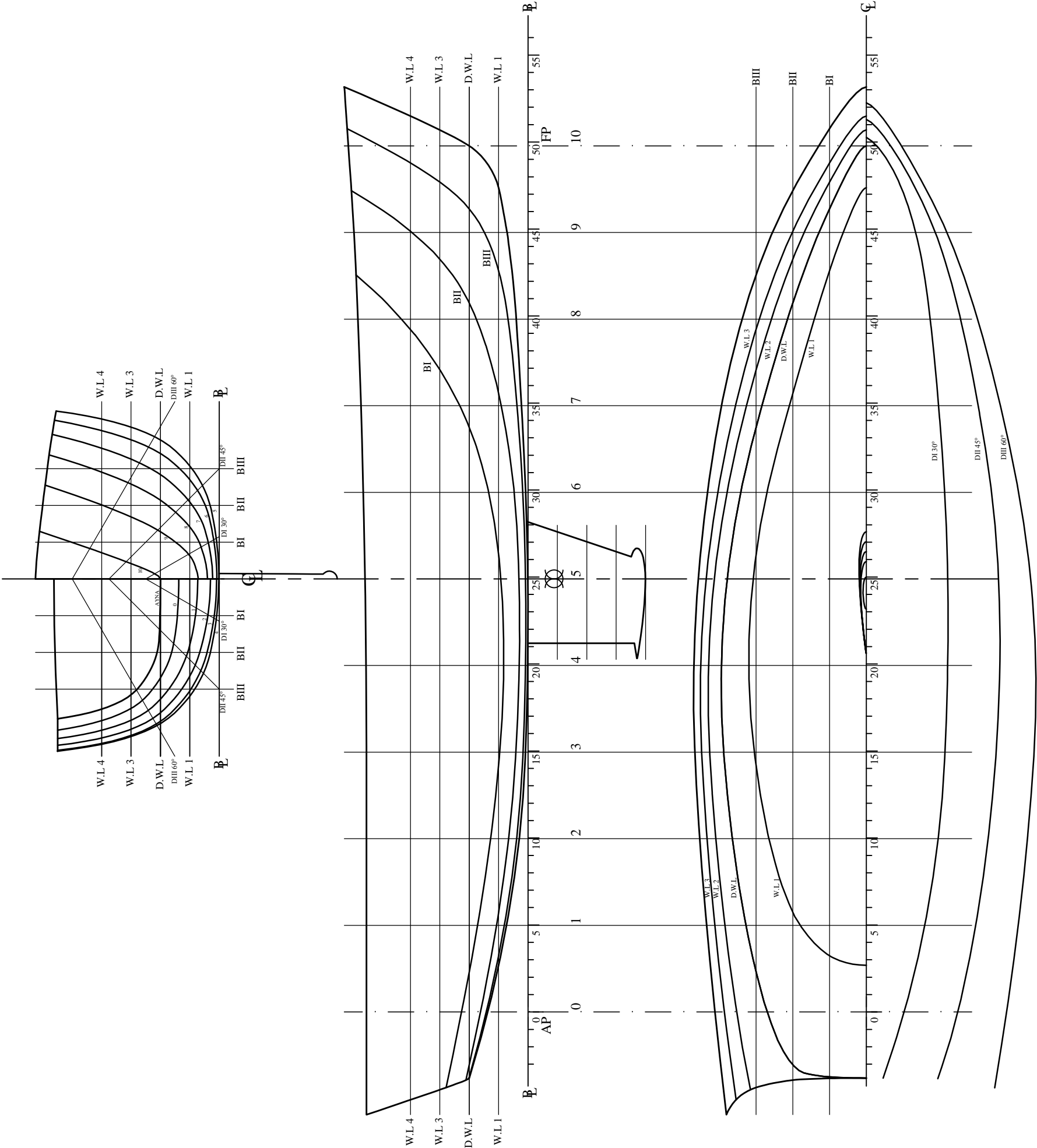
Berdasarkan hasil analisa dari hasil *CFD* pada model kapal yang menggunakan *deep skeg* dan tanpa menggunakan *deep skeg* sangat mendekati hasil dari perhitungan, dengan kata lain pengaruh penambahan *deep skeg* pada kapal layar motor ini sangat berperan penting terhadap kestabilan kapala layar motor.

LAMPIRAN

- A. Gambar Rencana Garis
- B. Gambar Rencana Umum

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A



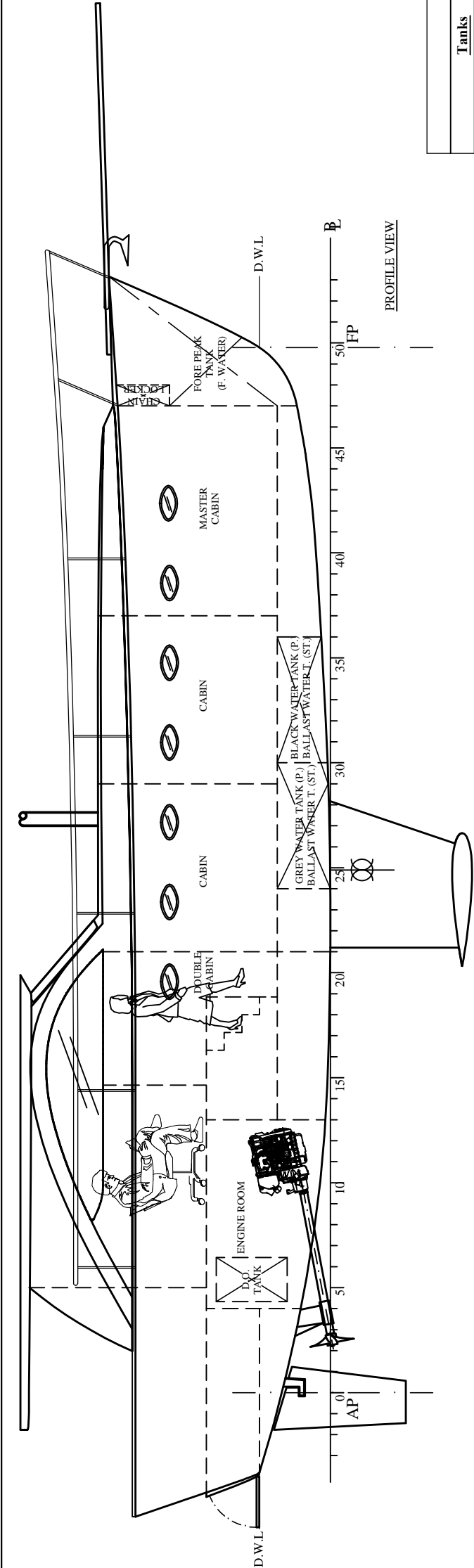
Main Dimensions	
LOA :	14 m
LWL :	12,7 m
LBP :	11,8 m
B :	4,7 m
T :	0,8 m
Tkeel :	2,4 m
D :	2,2 m
Disp :	18,31 T
CB :	0,45
CP :	0,6
CM :	0,75
CWP :	0,74
Engine :	Yanmar Marine Engine 39 MHP

Harmonia

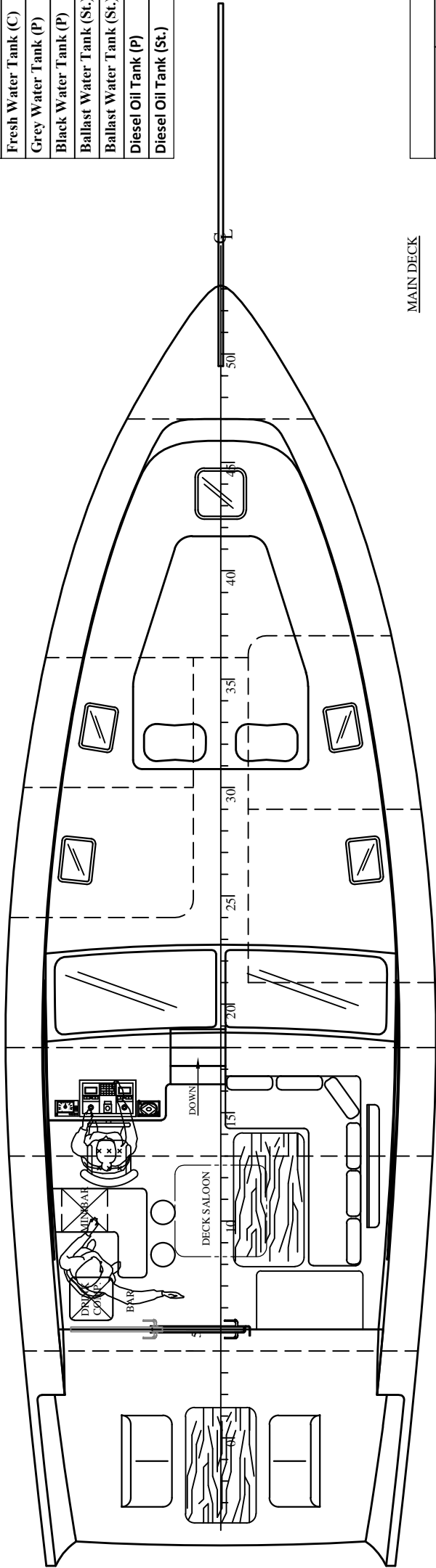
SCALE : 1/60

GROUP : 5

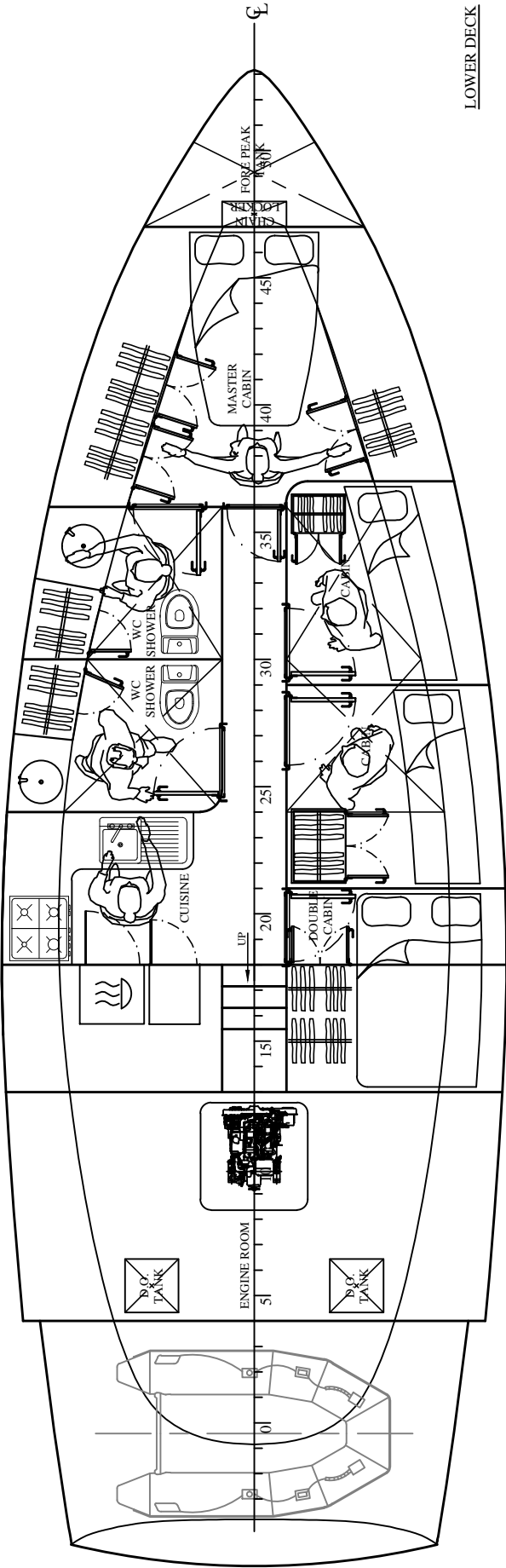
LAMPIRAN B



Tank Capacities		
Tanks	Required (lt)	Actual (lt)
Fresh Water Tank (C)	1080	1130
Grey Water Tank (P)	300	552
Black Water Tank (P)	180	374
Ballast Water Tank (St.)		552
Ballast Water Tank (St.)		374
Diesel Oil Tank (P)		200
Diesel Oil Tank (St.)		200



MAIN DECK



LOWER DECK

Main Dimensions	
LOA :	14 m
LWL :	12,7 m
LBP :	11,8 m
B :	4,7 m
T :	0,8 m
Tkeel :	2,4 m
D :	2,2 m
Disp :	18,31 T
CB :	0,45
CP :	0,6
CM :	0,75
CWP :	0,74
Engine :	Yanmar Marine Engine 39 MHP

Harmonia	
SCALE : 1/60	GROUP : 5

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Perhitungan dan analisa yang dilakukan pada bab sebelumnya, diperoleh beberapa data yang dapat disimpulkan untuk mengetahui hasil akhir dari sebuah penelitian. Pada bab ini terdapat beberapa kesimpulan terkait hasil perhitungan dan analisa simulasi yang dilakukan. Berikut kesimpulan dari hasil perhitungan dan analisa tersebut:

1. Penambahan *deep skeg* pada kapal layar motor mampu menambah performa stabilitas kapal layar motor Harmonia. Hal tersebut dilakukan dengan menambahkan *deep skeg* atau sirip di bagian lunas atau keel kapal. Hal itu dapat menjaga stabilitas kapal dikarenakan adanya penambahan displacement pada kapal yang membuat kapal tersebut memiliki daya apung yang lebih baik dibandingkan dengan kapal yang tidak di tambahkan *deep skeg*.
2. Hasil analisa dari perhitungan stabilitas kapal yang sebelum maupun sesudah adanya penambahan *deep skeg* membuktikan bahwa pengaruh *deep skeg* terhadap stabilitas kapal sangatlah signifikan, karena dengan adanya hambatan tambahan dari luar yang diterima oleh layar kapal maka dibutuhkan konstruksi tambahan di badan kapal guna menambah sarat air sehingga badan kapal dapat lebih menopang diatas air laut untuk menahan hambatan dari luar.
3. Dari hasil perhitungan stabilitas awal di dapat nilai GZ maximal sebesar 16,47 meter dan periode rolling 21 detik sedangkan nilai stabilitas akhir atau nilai stabilitas setelah di tambahkan *deep skeg* nilai variasi optimal ada pada

model 3 didapat nilai GZ maximal sebesar 7,59 meter dan periode rolling 4,7 detik yang artinya dari dua parameter diatas dapat disimpulkan bahwa dari adanya penambahan *deep skeg* stabilitas kapal semakin baik.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

1. Analisa dapat dilakukan dengan permodelan yang lebih detail untuk mendapatkan hasil yang lebih valid.
2. Analisa *CFD* dilakukan dengan menggunakan software numeca fine agar dapat hasil dan visual yang lebih valid.
3. Melakukan terobosan desain terbaru dari perkembangan bentuk *deep skeg*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Tony, Jadmiko Edi, “Kajian Teknis Penambahan Skeg Pada Kapal Patroli Tipe 36 m dengan Metode *CFD*” Paper Penelitian, ITS Surabaya
- [2] C. A. Marchaj (1982), *Sailing Theory and Practice*, New York, United State.
- [3] Cahya T.P., “Analisis Pengaruh bentuk Layar terhadap Kontribusi Kecepatan yang dihasilkan oleh KM. Belitung dengan Simulasi *CFD*” Jurnal Laporan Tugas Akhir, ITS Surabaya, 2010
- [4] *Code on Intact Stability for All Types of Ships covered by IMO Instruments*, IMO Res. A.749(18), as amended by MSC.75(69), London, IMO 2002.
- [5] Larsson L, Eliasson R.E. *Principles of Yacht Design, Second Edition*. London City: The Society of Naval Architects & Marine Engineers. 2000
- [6] Lewis, E. V. *Principles of Naval Architecture Second Revision, Volume II Resistance, Propulsion and Vibration*. Jersey City: The Society of Naval Architects & Marine Engineers. 1980
- [7] Susilo, Joko., “Simulasi Penggunaan *Fin Undership* Terhadap Tahanan dan Gaya Dorong Kapal dengan Metode Analisa *CFD*”. Jurnal Laporan Tugas Akhir, ITS Surabaya. 2013
- [8] Willy, Wishnu., “Anallisa Efisiensi Penggunaan *Fins Undership* Terhadap Tahanan dan Stabilitas Kapal”. Laporan Tugas Akhir, ITS Surabaya. 2013
- [9] Zakki Ahmad F., Hadi E.S, “Studi Perancangan Desain Layar Pada Perahu Motor Tempel Untuk Mengurangi Konsumsi BBM Dalam Operasi Penangkapan Ikan” Laporan Penelitian Dikti, Universitas Diponegoro, 2006.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis, **Muhammad Ghiyats Kharisma Allam** lahir di kota Pemalang pada tanggal 24 Juli 1992. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu di SD Negeri 001 Kalirandu Petarukan,

kemudian melanjutkan di MTs Negeri 2 Pemalang dan SMA Negeri 1 Pemalang. Setelah lulus SMA tahun 2010, penulis melanjutkan kuliah Progam Studi D3 Jurusan Teknik Perkapalan di Universitas Diponegoro Semarang dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu penulis melanjutkan kuliah S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS melalui program Lintas Jalur. Penulis banyak mengucapkan Syukur kepada Allah SWT dapat menyelesaikan studinya di ITS Surabaya.